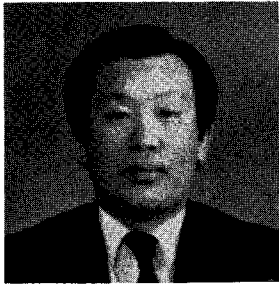


# 燃 料 電 池 發 電



▷...대부분의 에너지를 외국에서 輸入하여야 하는 우리 실정에서는 에너지利用 效率를 향상시키는 것은 매우 중요한 과제이다. 2000년대의 電力技術의 自立을 위하여 新發電技術에 대한 많은 研究開發投資가 이루어져야 할 것으로 판단하며 燃料電池發電技術은 그 좋은 예이라고 생각된다. ◁

崔 壽 鉉

韓國動力資源研究所  
에너지節約技術센터長 (工博)

## 1. 序 論

電氣가 인간생활에 이용되기 시작 한지 100년 이 조금 지났다. 이 기간중 전기의 利用機器는 電話, 냉장고, 텔레비전, 電鐵 等 이루 헤아릴 수 없는 많은 종류가 새롭게 개발되어 사용되고 있다. 더우기 컴퓨터와 이를 이용한 각종 기기 들은 몇년 앞도 예측하기 어려울 정도의 빠른 변화를 보이고 있는 反面에 電氣의 生産技術은 사용하는 에너지의 종류만 다양하게 되었을 뿐 터어빈을 돌려서 發電하는 재래식 기술을 담보 하고 있다.

이와같은 터어빈방식의 기존 發電技術은 기계 장치의 회전운동으로 많은 에너지손실을 갖게 되며 특히 증기터어빈의 火力發電은 Carnot 싸 이클의 영향으로 發電效率面에서 制限을 받으며 最新의 大容量 發電所의 경우 효율향상面에서 거의 限界線에 도달하고 있다.

燃料電池發電技術은 종래의 發電方式과는 전혀 다른 「에너지의 직접변환(Direct Energy Conversion)」 기술중의 하나로서 燃料가 갖는 化學에너지를 중간 회전운동없이 직접 電氣에너지로 변환시킴으로서 發電效率面에서 break

through를 이룰 수 있는 혁신적인 발전기술이다. 燃料電池(Fuel cell)는 50~60%의 높은 發電效率가 가능하여 기존 기술에 비하여 30% 이상의 연료절감(에너지절약) 효과를 얻을 수 있거나 또는 30% 규모의 發電所 新規建設이 불필요한 첨단의 흥미로운 發電技術이다.

1960년대 초기에 우주선의 電源用으로 실용화된 연료전지기술은 1967년부터 미국의 가스會社 들에 의해 一般發電用으로 개발되기 시작하여 1970년의 세계적인 에너지파동으로 그 중요도가 더욱 높아진 기술이며 1990년대 후반부터 電力系統에 투입될 것으로 전망되고 있다.

## 2. 燃料電池發電시스템

### 2.1 發電機 形態

연료전지발전의 기본원리는 물의 전기분해의 逆反應과 유사하여 多孔質의 두 전극에 水素와 酸素를 공급하면 전해질과 접해있는 전극 표면에서 반응하면서 電氣와 물을 만들며 이 과정에서 熱이 발생된다. 따라서 필요에 따라 電氣와 熱을 동시에 공급하기도 한다.

이러한 전극구성을 單位電池라고 하며 여러개

의 單位電池를 연결시켜 적정 出力규모의 모듈을 구성시키며 이들을 여러개 연결하여 發電所를 건설하게 된다. 연료전지발전기의 기본형태는 <그림 1>에 보여진 Stack과 같다.

### 2.2 發電시스템 構成

기본적으로 수소와 산소의 공급에 의해 發電되는 연료전지가 實수용가에 電氣를 송전하기 위하여는 공기중의 산소와 炭化水素계열의 연료가 갖고 있는 수소를 이용하게 되며 이들의 공급량 조절에 의하여 出力도 쉽게 制御할 수 있으며 다음과 같은 주요 구성요소로 이루어진다. (그림 2 참조)

○燃料改質器

도시가스, 납사, 메타놀과 같은 燃料를 水素成分이 많은 가스연료로 개질하여 發電機로 공급함. 연료개질에 필요한 熱과 水分은 발전과정에서의 부수물을 再利用함.

○燃料電池本体(發電機)

개질기에서 공급된 水素연료와 공기중의 산소를 이용하여 發電하는 장치로서 기본 형태는 <그림 1>과 같음. 發電되는 전력은 直流이며 反應熱은 냉각계통으로 회수되어 난방, 급탕에 이용하기도 함.

○電力變換器

直流出力을 交流로 변환시키며 수용가에 필요

한 電壓, 位相, 周波數 등을 조절하여 공급함.

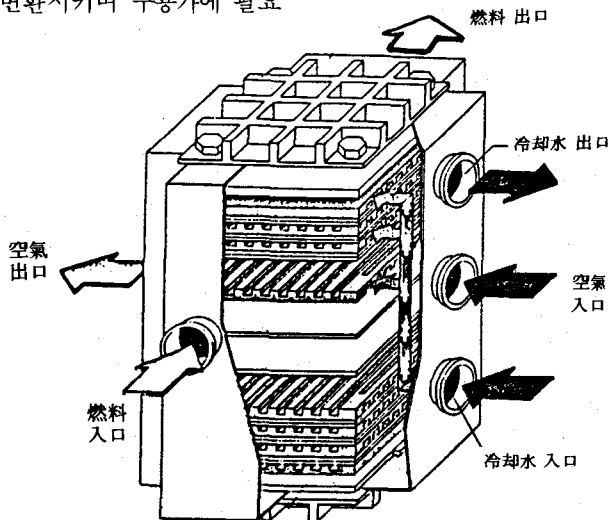
이외에도 熱회수이용을 위한 열교환기, 정지시의 질소충전장치, 發電을 위한 각종 制御장치 등 많은 부대설비가 필요하며 <그림 3>은 하나의 예로서 미국의 UTC社가 설계한 11MW級 연료전지발전소의 구성도이다.

### 2.3 應用分野

<表 1>에서와 같이 다양한 應用分野를 갖고 있으나 商街 및 아파트에 설치하여 電氣와 熱을 동시에 공급하는 중소규모의 현지설치용과 기존 火力發電을 대체하기 위한 대규모 電氣事業用的 개발이 가장 활발한 편이다.

<表 1> 燃料電池 應用分野

區 分	出力規模	主要使用對象	
電氣事業	火力發電所 代替用	수십만 KW 以上	大規模 發電所 (中間 및 尖頭 負荷用)
	分散 配置用	수만KW-수십만KW	都心地, 都市周 邊 電力 供給
自家發電	現地 設置用 (on-site)	수십KW-수천KW	工場, 호텔, 商街 病院, 아파트团地
特殊用途	地域 發電用	수KW-수백KW	僻地, 낙도
	移 動 用	수KW-수십KW	軍事用, 宇宙船, 지게차, 自動車



<그림 1> 燃料電池 Stack 모듈

### 3. 發電所 特性

연료전지발전기술은 성능, 연료, 환경특성면에서 發電所로서의 이상적인 모든 장점을 갖고 있다.

#### 3.1 우수한 성능

發電效率는 매우 우수한 편으로서 現在 可能 기술을 기본으로 設計된 11MW 出力의 연료전지발전소의 경우 46%이다. 또한 기동정지가 용이하여 냉각상태에서의 기동시간이 4시간정도이며, 정격의 30%~100% 出力범위에서 매초당 1MW의 출력제어가 가능하여 우수한 負荷 추종능력을 갖기 때문에 계통투입시 중간부하는 물론 첨두부하에의 투입도 가능하다.

#### 3.2 燃料선택의 다양성

炭化水素계열의 가스 및 액체연료가 이용될 수 있다. 즉, 기존의 도시가스공급망을 통한 都市가스가 주된 연료이며 이외에도 납사, 폐기물로 부터의 메탄가스, 메탄올 등 다양한 연료의 사용이 가능하다.

#### 3.3 運轉特性

수십킬로와트급의 현지설치형의 경우는 無人自動운전이 가능하며 대용량發電所의 경우에는 ON, OFF, STANDBY, HOLD 의 편리한 기능에 따른 특성은 <表2>와 같다. 3.1에서 설명된 바와 같이 기동정지 및 부하추종 능력으

로 중간부하내지는 첨두부하용으로의 계통투입이 전망된다.

<表2> 운전모드 특성

	ON	STANDBY	OFF	HOLD
상 태	發電(30-100%)	대기	냉각상태	加溫상태
안착出力까지의 소요시간	10초	15초	1-4시간	15분-1시간
燃料消費(定格對比)	40-100%	19%	0.1%	1%

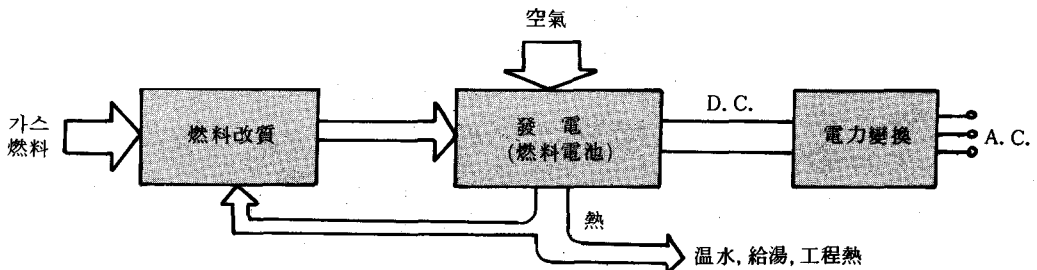
註) 美 UTC의 11MW發電所 設計基準인.

#### 3.4 뛰어난 環境特性

燃燒過程이 없기 때문에 연기발생이 전혀 없음은 물론 이러니와 분진과 공해요인이 되는 NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>성분의 발생이 무시할 정도이며 소음 발생도 30m 거리에서 55dB 정도로서 아주 양호하여 도심지를 포함한 수용가 부근에의 건설이 가능하여 송배전선로에 대한 투자비도 경감시킬 수 있다. 또한 기존 증기화력발전소와는 달리 冷却水의 배출이 없으며 單位出力규모당 소요되는 發電所面積도 5 ft<sup>2</sup>/Kw(11MW 설계결과치) 정도로서 發電所 부지선정에도 양호한 조건을 갖고 있다.

### 4. 國內外 研究開發 動向

1967年 美國에서 TARGET(Team to Advance Research for Gas Energy Transforma-



<그림 2> 燃料電池 發電시스템 構成

tion) 계획이 조직되면서 본격화된 民需用 연료 전지발전기술의 개발은 현재 美國과 日本이 세계를 선도하고 있다.

電氣와 熱을 동시에 공급할 現地設置型은 미국에너지省(DOE)과 가스연구소 주관으로 40Kw 級 발전기 49基가 미국, 캐나다, 일본의 호텔, 식당등에 설치되어 試驗을 완료한 바 있으며 200Kw 級 發電機의 實用化를 목표로 하고 있다.

電氣事業用으로는 역시 美國의 UTC가 개발한 4.5MW 發電所 2基가 미국과 일본에서 實證試驗發電을 성공한 바있으며 현재 7.5MW 와 11MW發電所가 건설될 계획으로 있다. 日本은 美國의 개발계획에 참여하여 運轉經驗 및 技術情報를 획득함과 병행하여 通産省 주관으로 계획된 「Moon light계획」의 주요 사업으로서 技術의 자체개발을 적극 추진하고 있으며 現在 1,000Kw 發電設備의 개발에 성공한 바 있다.

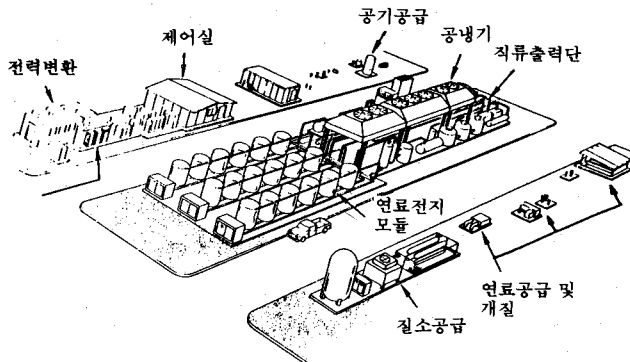
國內에서의 技術開發은 韓國動力資源研究所와 韓國電力技術研究院이 공동으로 直流出力 5.9Kw의 發電設備로 각종 出力特性實驗을 수행하고 있다. 動資研-韓電 實驗設備는 연료전지본체는 日本에서 도입하여 연료공급 및 電力系統은 자체개발한 것으로 국내에서는 최초의 연료전지發電設備로서 大德研究団地의 한국동력자원연구소내에 설치되어 있다. 이와 병행하

여 動資研 에너지節約技術센터에서는 금년부터 과학기술처의 특정연구개발사업으로서 燃料電池本體를 개발하는 연구를 7個年計劃으로 수행하고 있으며 大學과 科技院 등이 여기에 참여하고 있다.

### 5. 結 論

대부분의 에너지를 외국에서 輸入하여야 하는 우리 실정에서는 에너지利用效率를 향상시키는 것은 매우 중요한 과제이다. 또한 급격한 電力消費增加에 따른 안정적 電力供給을 위한 發電所의 신규건설이 지속적으로 증가되면서 에너지절약이나 환경보호는 물론이러니와 한정된 國土에서 부지선정에도 많은 어려움을 겪게 될 것이 예측되고 있다.

基本負荷用的 原子力投入과 병행되는 一般火力發電所의 건설은 發電效率, 환경문제 등에 많은 제한을 받게된다. 우리도 發電效率面에서 획기적인 breakthrough를 이룰 수 있는 새로운 發電技術에 대한 관심을 갖을 때가 됐으며, 先進國의 대열에 속한다는 2000년대의 電力技術의 自立을 위하여 新發電技術에 대한 많은 研究開發投資가 이루어져야 할 것으로 판단하며 燃料電池發電技術은 그 좋은 例라고 생각된다.



〈그림 3〉 燃料電池發電所(UTC社 設計 11MW發電所)